





LA ULTIMA BATALLA DE LA EVOLUCION

Sapiens vs. Neanderthales





Hubo un tiempo en que dos especies de homínidos que prometían compartieron un mismo espacio: los Sapiens y los Neanderthal. La cuestión es que una (por supuesto, los Sapiens) logró sobrevivir mientras que la otra (Neanderthal) quedó perdida en la profundidad de los tiempos. Qué fue lo que pasó es una incógnita que perdura y para la cual se han esbozado algunas respuestas, la más extraña de las cuales incluso sugiere que hubo una hibridación entre las especies. Las hipótesis, en esta edición de **Futuro**.

LA BUSQUEDA DE VIDA SEGUN UN ESPECIALISTA DE LA NASA

"Los humanos no somos especiales"

POR ALICIA RIVERA
El País de Madrid

Edward J. Weiler se lanza a hablar de la búsqueda de vida en el universo, el objetivo prioritario del programa científico de la NASA, que él dirige. "Donde hay agua, energía y compuestos orgánicos se forma la vida, y hemos encontrado mucha agua en el universo y mucha materia orgánica; por ende, hay mucha energía", explica. Pero Weiler es también un astrofísico con deslumbrante experiencia. Durante casi dos décadas ha sido el jefe científico del telescopio espacial Hubble y ahora se presenta el siguiente telescopio espacial, el NGST, que se pondrá en órbita hacia 2010. Weiler tiene 53 años, es director adjunto de la NASA para Ciencia Espacial, y no tiene problemas en hacer afirmaciones contundentes: "Lo que estamos intentando aprender del universo, nunca se había intentado. Hace 20 años, cuando fueron los primeros satélites a Marte, encontraron un planeta muy seco, con antiguos cauces, y la gente pensó que allí debió haber mucha agua hace miles de millones de años. Con las nuevas misiones hemos encontrado evidencias de la existencia de agua subterránea y de que el agua ha fluido en la superficie recientemente, tal vez hace mil años, tal vez hace diez o hace diez minutos... Esto es muy importante porque si queremos encontrar vida en el universo tenemos que encontrar agua. En la Tierra, donde hay agua hay vida, ya sea a 10.000 pies de profundidad en el océano, o en la Antártida o en los charcos sulfurosos y calientes de Yellowstone. Los biólogos han descubierto que si hay agua, energía o alimentos y compuestos orgánicos, la vida se forma, y fuera de la Tierra encontramos mucha agua, mucha materia orgánica y mucha energía".

–Y, al parecer, hay agua por todo el universo.

–Sí, tanto si se mira a distancias de dos años luz como de millones de años luz, se encuentra moléculas de agua y compuestos orgánicos (alcoholes, azúcares...). Así, la vieja idea de que los humanos siempre han tenido que colocarse a sí mismos en un lugar espacial...

–¿En el centro del universo?

–Exacto. Los antiguos griegos pusieron la Tierra en el centro y probablemente era sensato porque observaban el cielo y veían que todo giraba alrededor. Después otros europeos (Galileo, Copérnico, Kepler) dijeron que esto funcionaba como si todo estuviera dando vueltas alrededor del Sol. Luego descubrimos que vivimos en una galaxia con miles de millones de estrellas y que nuestro Sol no es más que un astro normal. Nos quedaba defender que vivimos en un sistema solar y que tal vez fuera ésta la única estrella con planetas. Pero hace pocos años, los astrónomos empezaron a descubrir planetas alrededor de otras estrellas y ya son 90 ó 95. Así que los humanos no somos nada especial.

–¿Qué queda?

–El último reducto sería decir que somos la única forma de vida en el universo. Pero puede ser que no sea verdad. Uno de los grandes objetivos de la NASA es buscar vida en el universo, es lo que hacemos con nuestras misiones en Marte: buscar agua y, tal vez, vida. Y planeamos telescopios para buscar en otras estrellas planetas parecidos a la Tierra y ver si tienen oxígeno, dióxido de carbono, agua...

–¿No es un riesgo enfocar excesivamente el programa científico en la búsqueda de vida?

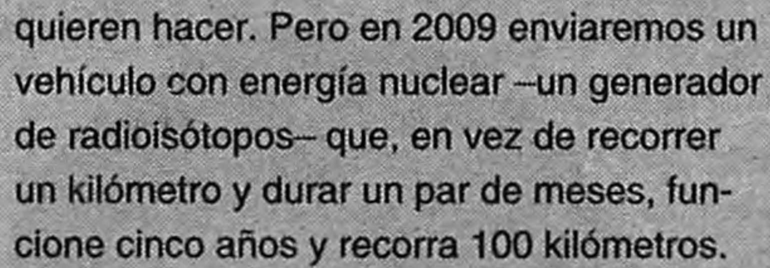
–Sí, pero la búsqueda de vida es sólo una parte de la visión del nuevo director de la NASA, Sean O'Keefe. Otra parte es explorar el universo contoda la astronomía, la física solar, la geofísica, las ciencias de la Tierra, etcétera. Además, si uno quiere buscar vida en Marte tiene que saber dónde buscar, comprender el planeta, su geología y su atmósfera. Es decir, que para responder a la gran pregunta de la humanidad de si hay vida ahí fuera hay que hacer mucha ciencia.

–¿Qué otras líneas tiene el programa científico de la NASA?

–Comprender Marte. Gastamos cada año 500 millones de dólares; vamos a enviar dos vehículos de superficie y un satélite orbital, que llegarán en 2004. También estamos con la misión Cassini a Saturno, con la ESA. Llegará a Saturno en 2004, se pondrá en órbita del planeta y lanzará la sonda europea Huygens a la atmósfera de Titán, que creemos que es similar a la de la Tierra hace miles de millones de años.

–¿El programa de Marte es un plan a largo plazo?

–Sí. En 2005 mandaremos naves orbitales y tomaremos imágenes con una resolución de 20 centímetros, como una pelota de playa. La siguiente oportunidad de lanzamiento es 2007. También la ESA está preparando su *Mars Express* y los franceses planean una nave con módulos de descenso. Es una empresa internacional y habrá un auténtico embotellamiento de satélites en Marte; los italianos planean mandar un satélite de comunicaciones hacia allá. No puedo precisar qué tipo de misiones enviaremos después porque estamos preguntando a los científicos qué quieren hacer. Pero en 2009 enviaremos un vehículo con energía nuclear –un generador de radioisótopos– que, en vez de recorrer un kilómetro y durar un par de meses, funcione cinco años y recorra 100 kilómetros.



MARTE ES DESDE SIEMPRE OBJETIVO DE LA NASA.

–¿Se han tomado medidas para no repetir los fracasos de las dos naves que perdió en Marte en 2000 por fallos estúpidos? Perdón por utilizar esta palabra.

–Es la palabra correcta, fueron fallos estúpidos. En *Mars Observer* fue un fallo de comunicación entre personas: la NASA exige que los datos de navegación se expresen en sistema métrico y las empresas americanas todavía usan las unidades británicas. La gente del *Jet Propulsion Laboratory* supuso que estaba recibiendo unidades métricas de *Mars Observer* y no era así, y hubo un error en la maniobra de entrada en órbita de la nave.

–¿Y la Mars Polar Lander?

–Fue un error humano. Hubo un pequeño problema en la nave, se arregló y se comprobó, pero no se verificó después todo el sistema; esto generó un error en el descenso que hizo que el módulo, cuando estaba a 80 metros del suelo, creyera que había llegado y apagara los motores; la nave se estrelló. Ahora gastamos más dinero para hacer todas las comprobaciones y da sus beneficios: la *Mars Odyssey* es un éxito.

Sapiens...

POR MARIANO RIBAS

Hace unos 100 mil años, dos especies de homínidos se solaparon en el tiempo, e incluso compartieron los mismos lugares. Unos, los más antiguos, fueron una exclusividad europea y del oeste asiático. Los otros, los más nuevos, recién comenzaban a salir de Africa, su tierra natal. El punto de encuentro inicial fue Cercano Oriente. A partir de entonces, la balanza de la evolución empezó a inclinarse: lenta y progresivamente, los veteranos y aguerridos Neanderthal fueron perdiendo posiciones a manos de los recién llegados *Homo sapiens*. La transición fue larga y compleja. Hubo altibajos, idas y venidas, e incluso –y tal como lo demuestran recientes evidencias halladas en Israel– cuevas y territorios que cambiaron de dueños. Tal vez hubo guerras. Aunque también hay buenos indicios que sugieren encuentros pacíficos y, más importante aún, cruzas. Sea como fuere, e indefectiblemente, los Sapiens fueron ganando la batalla. No se sabe bien cómo ni por qué, pero hace unos 26 mil años, los Neanderthal, acorralados en la punta occidental de Europa, desaparecieron para siempre.



LOS NEANDERTHAL Y LOS SAPIENS ALTERNARON LA PR

LA ERA DE LOS NEANDERTHAL

El hombre de Neanderthal (*Homo neanderthalensis*) es uno de los ensayos evolutivos más curiosos de la gran aventura humana. Estos homínidos corpulentos, de grandes cerebros, frentes protuberantes y narices anchas aparecieron en Europa y Cercano Oriente hace unos 200 mil años. La especie fue un desarrollo local, aunque todo indica que descendía del *Homo heildelbergensis*, una rama originada en Africa que habría ingresado al pequeño continente hace unos 800 mil años (de hecho, los restos de los H. heidelbergensis encontrados en las sierras de Atapuerca, España, son los más antiguos de Europa).

Los primeros fósiles Neanderthal "oficiales" fueron descubiertos en 1856 en la cueva Feldhofer, en pleno Valle de Neander, Alemania. De allí el nombre de la especie. Sin embargo, hubo otros hallazgos previos, tardíamente reconocidos, en la cueva Engis, en Bélgica (1830), y en Gibraltar (1848). Y más allá de las primeras interpretaciones, que los pintaban como seres toscos, salvajes e inútiles, durante las últimas décadas los arqueólogos y paleoantropólogos se han cansado de juntar evidencias que demuestran lo contrario: los Neanderthal eran una especie inteligente, hábil, socialmente organizada y hasta refinada en ciertos aspectos. Fueron los primeros que enterraron y homenajearon a sus muertos: se han encontrado tumbas con esqueletos rodeados de piedras y armas. E incluso rastros de flores. Y además, introdujeron una novedad culinaria: utilizaban el fuego para cocinar la carne de los animales que cazaban con sus lanzas, hachas y elegantes cuchillas (entre ellos, osos, ciervos y hasta mamuts).

Hace algo más de 100 mil años, esta especie euroasiática todavía seguía haciendo de las suyas. Y lo mismo ocurría en buena parte de Asia con los mucho más primitivos *Homo erectus* (aquella especie pionera que comenzó a salir de Africa hace unos 2 millones de años). Pero no eran los únicos: a esta altura, un nuevo modelo humano estaba apareciendo en el mapa.

EL CAMINO DEL HOMO SAPIENS

Aún hoy, con la ayuda de un abundante registro fósil, precisos sistemas de datación y meticulosos estudios genéticos (que analizan muestras de ADN extraídas a distintos grupos humanos de la actualidad y las comparan con otras obtenidas de antiquísimos huesos) el origen de nuestra especie sigue siendo controvertido. Y dos grandes teorías se reparten las opiniones de la mayoría de los expertos (ver recuadro). Lo cierto es que los fósiles más antiguos que definen al Homo sapiens –de hasta 140 o 150 mil años– han sido encontrados en la mitad oriental de Africa, desde Sudáfrica hasta Etiopía y Marruecos. A diferencia de los Neanderthal, el moderno diseño de los Sapiens era más "liviano": cuerpos más altos y delgados, miembros largos y finos, cráneos redondeados, narices no tan gruesas, y arcos superciliares mucho menos prominentes. ¿Y el cerebro? Igual, e incluso ligeramente más chico que el de los Neanderthal.

Todo indica que los Sapiens iniciaron su marcha desde Africa hacia el resto del mundo hace alrededor de 100 mil años, probablemente impulsados por razones climáticas y demográficas. Y su primera estación fue la zona de Cercano Oriente. Era parte del reino de los Neanderthal. En algún momento, difícil de precisar, debe haber habido un primer encuentro, casual, pero tremendamente impactante para ambos grupos. Nuevos seres a la vista. De lejos, las dos especies más inteligentes que hayan habitado este planeta se miraban por primera vez.

LAS CUEVAS DE ISRAEL

Es muy difícil saber qué pasó a partir de esta bisagra, crucial en la gran historia humana. Lo cierto es que distintas pistas indican que el encuentro debió haber ocurrido forzosamente. E incluso hace poco se conocieron los resultados de una investigación que sugieren idas, venidas y etapas sucesivas de dominio regional por parte de unos y otros. El trabajo, a cargo de un equipo liderado por el arqueólogo Ofer Bar-Yosef (Universidad de Harvard) y su colega John Shea (Universidad del Estado de Nueva York) se cen-

LAS DOS TEORIAS SOBRE EL ORIGE

¿Cuál es el origen de nuestra especie? Hoy en día se manejan dos teorías principales: la de "continuidad regional" y la del "origen único africano" (también conocida como *Out of Africa*). La primera plantea el siguiente escenario: el *Homo sapiens* habría aparecido en varios lugares a la vez, como resultado y ramificación de la larga evolución del *Homo erectus* y sus parientes, a lo largo de 1,5 a 2 millones de años. Durante todo ese tiempo, distintas poblaciones entrelazadas habrían evolucionado en Asia, Africa y Europa, adaptándose a las distintas condiciones regionales. La idea concuerda con algunas evidencias, pero choca con otras: los fósiles de los últimos cientos de miles de años no muestran una lenta transición hacia el Homo sapiens en todos esos lugares. En cambio, parece haber "saltos", reemplazos bastante recientes de especies primitivas por el Homo sapiens. En el marco de esta teoría, el Hombre de Ne-

LA BUSQUEDA DE VIDA SEGUN UN ESPECIALISTA DE LA NASA

“Los humanos no somos especiales”

POR ALICIA RIVERA
El País de Madrid

Edward J. Weiler se lanza a hablar de la búsqueda de vida en el universo, el objetivo prioritario del programa científico de la NASA, que él dirige. “Donde hay agua, energía y compuestos orgánicos se forma la vida, y hemos encontrado mucha agua en el universo y mucha materia orgánica; por ende, hay mucha energía”, explica. Pero Weiler es también un astrofísico con deslumbrante experiencia. Durante casi dos décadas ha sido el jefe científico del telescopio espacial Hubble y ahora se presenta el siguiente telescopio espacial, el NGST, que se pondrá en órbita hacia 2010. Weiler tiene 53 años, es director adjunto de la NASA para Ciencia Espacial, y no tiene problemas en hacer afirmaciones contundentes: “Lo que estamos intentando aprender del universo, nunca se había intentado. Hace 20 años, cuando fueron los primeros satélites a Marte, encontraron un planeta muy seco, con antiguos cauces, y la gente pensó que allí debió haber mucha agua hace miles de millones de años. Con las nuevas misiones hemos encontrado evidencias de la existencia de agua subterránea y de que el agua ha fluido en la superficie recientemente, tal vez hace mil años, tal vez hace diez o hace diez minutos... Esto es muy importante porque si queremos encontrar vida en el universo tenemos que encontrar agua. En la Tierra, donde hay agua hay vida, ya sea a 10.000 pies de profundidad en el océano, o en la Antártida o en los charcos sulfurosos y calientes de Yellowstone. Los biólogos han descubierto que si hay agua, energía o alimentos y compuestos orgánicos, la vida se forma, y fuera de la Tierra encontramos mucha agua, mucha materia orgánica y mucha energía”.

–Y, al parecer, hay agua por todo el universo.

–Sí, tanto si se mira a distancias de dos años luz como de millones de años luz, se encuentra moléculas de agua y compuestos orgánicos (alcoholes, azúcares...). Así, la vieja idea de que los humanos siempre han tenido que colocarse a sí mismos en un lugar espacial...

–¿En el centro del universo?

–Exacto. Los antiguos griegos pusieron la Tierra en el centro y probablemente era sensato porque observaban el cielo y veían que todo giraba alrededor. Después otros europeos (Galileo, Copérnico, Kepler) dijeron que esto funcionaba como si todo estuviera dando vueltas alrededor del Sol. Luego descubrimos que vivimos en una galaxia con miles de millones de estrellas y que nuestro Sol no es más que un astro normal. Nos quedaba defender que vivimos en un sistema solar y que tal vez fuera ésta la única estrella con planetas. Pero hace pocos años, los astrónomos empezaron a descubrir planetas alrededor de otras estrellas y ya son 90 ó 95. Así que los humanos no somos nada especial.

–¿Qué queda?

–El último reducto sería decir que somos la única forma de vida en el universo. Pero puede ser que no sea verdad. Uno de los grandes objetivos de la NASA es buscar vida en el universo, es lo que hacemos con nuestras misiones en Marte: buscar agua y, tal vez, vida. Y planeamos telescopios para buscar en otras estrellas planetas parecidos a la Tierra y ver si tienen oxígeno, dióxido de carbono, agua...

–¿No es un riesgo enfocar excesivamente el programa científico en la búsqueda de vida?

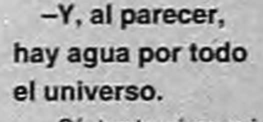
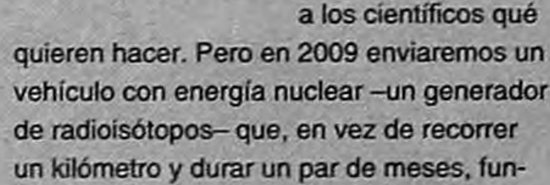
–Sí, pero la búsqueda de vida es sólo una parte de la visión del nuevo director de la NASA, Sean O'Keefe. Otra parte es explorar el universo contoda la astronomía, la física solar, la geofísica, las ciencias de la Tierra, etcétera. Además, si uno quiere buscar vida en Marte tiene que saber dónde buscar, comprender el planeta, su geología y su atmósfera. Es decir, que para responder a la gran pregunta de la humanidad de si hay vida ahí fuera hay que hacer mucha ciencia.

–¿Qué otras líneas tiene el programa científico de la NASA?

–Comprender Marte. Gastamos cada año 500 millones de dólares; vamos a enviar dos vehículos de superficie y un satélite orbital, que llegarán en 2004. También estamos con la misión Cassini a Saturno, con la ESA. Llegará a Saturno en 2004, se pondrá en órbita del planeta y lanzará la sonda europea Huygens a la atmósfera de Titán, que creemos que es similar a la de la Tierra hace miles de millones de años.

–¿El programa de Marte es un plan a largo plazo?

–Sí. En 2005 mandaremos naves orbitales y tomaremos imágenes con una resolución de 20 centímetros, como una pelota de playa. La siguiente oportunidad de lanzamiento es 2007. También la ESA está preparando su *Mars Express* y los franceses planean una nave con módulos de descenso. Es una empresa internacional y habrá un auténtico embotellamiento de satélites en Marte; los italianos planean mandar un satélite de comunicaciones hacia allá. No puedo precisar qué tipo de misiones enviaremos después porque estamos preguntando a los científicos qué quieren hacer. Pero en 2009 enviaremos un vehículo con energía nuclear –un generador de radioisótopos– que, en vez de recorrer un kilómetro y durar un par de meses, funcione cinco años y recorra 100 kilómetros.

MARTE ES DESDE SIEMPRE OBJETIVO DE LA NASA.

–¿Se han tomado medidas para no repetir los fracasos de las dos naves que perdió en Marte en 2000 por fallos estúpidos? Perdón por utilizar esta palabra.

–Es la palabra correcta, fueron fallos estúpidos. En *Mars Observer* fue un fallo de comunicación entre personas: la NASA exige que los datos de navegación se expresen en sistema métrico y las empresas americanas todavía usan las unidades británicas. La gente del *Jet Propulsion Laboratory* supuso que estaba recibiendo unidades métricas de *Mars Observer* y no era así, y hubo un error en la maniobra de entrada en órbita de la nave.

–¿Y la Mars Polar Lander?

–Fue un error humano. Hubo un pequeño problema en la nave, se arregló y se comprobó, pero no se verificó después todo el sistema; esto generó un error en el descenso que hizo que el módulo, cuando estaba a 80 metros del suelo, creyera que había llegado y apagara los motores; la nave se estrelló. Ahora gastamos más dinero para hacer todas las comprobaciones y da sus beneficios: la *Mars Odyssey* es un éxito.

Sapiens...

POR MARIANO RIBAS

Hace unos 100 mil años, dos especies de homínidos se solaparon en el tiempo, e incluso compartieron los mismos lugares. Unos, los más antiguos, fueron una exclusividad europea y del oeste asiático. Los otros, los más nuevos, recién comenzaban a salir de Africa, su tierra natal. El punto de encuentro inicial fue Cercano Oriente. A partir de entonces, la balanza de la evolución empezó a inclinarse: lenta y progresivamente, los veteranos y aguerridos Neanderthal fueron perdiendo posiciones a manos de los recién llegados *Homo sapiens*. La transición fue larga y compleja. Hubo altibajos, idas y venidas, e incluso –y tal como lo demuestran recientes evidencias halladas en Israel– cuevas y territorios que cambiaron de dueños. Tal vez hubo guerras. Aunque también hay buenos indicios que sugieren encuentros pacíficos y, más importante aún, cruzas. Sea como fuere, e indefectiblemente, los Sapiens fueron ganando la batalla. No se sabe bien cómo ni por qué, pero hace unos 26 mil años, los Neanderthal, acorralados en la punta occidental de Europa, desaparecieron para siempre.

LOS NEANDERTHAL Y LOS SAPIENS ALTERNARON LA PROPIEDAD DE LAS CUEVAS.

LA ERA DE LOS NEANDERTHAL

El hombre de Neanderthal (*Homo neanderthalensis*) es uno de los ensayos evolutivos más curiosos de la gran aventura humana. Estos homínidos corpulentos, de grandes cerebros, frentes protuberantes y narices anchas aparecieron en Europa y Cercano Oriente hace unos 200 mil años. La especie fue un desarrollo local, aunque todo indica que descendía del *Homo heildelbergensis*, una rama originada en Africa que habría ingresado al pequeño continente hace unos 800 mil años (de hecho, los restos de los H. heidelbergensis encontrados en las sierras de Atapuerca, España, son los más antiguos de Europa).

Los primeros fósiles Neanderthal “oficiales” fueron descubiertos en 1856 en la cueva Feldhofer, en pleno Valle de Neander, Alemania. De allí el nombre de la especie. Sin embargo, hubo otros hallazgos previos, tardíamente reconocidos, en la cueva Engis, en Bélgica (1830), y en Gibraltar (1848). Y más allá de las primeras interpretaciones, que los pintaban como seres toscos, salvajes e inútiles, durante las últimas décadas los arqueólogos y paleoantropólogos se han cansado de juntar evidencias que demuestran lo contrario: los Neanderthal eran una especie inteligente, hábil, socialmente organizada y hasta refinada en ciertos aspectos. Fueron los primeros que enterraron y homenajearon a sus muertos: se han encontrado tumbas con esqueletos rodeados de piedras y armas. E incluso rastros de flores. Y además, introdujeron una novedad culinaria: utilizaban el fuego para cocinar la carne de los animales que cazaban con sus lanzas, hachas y elegantes cuchillas (entre ellos, osos, ciervos y hasta mamuts).

Hace algo más de 100 mil años, esta especie euroasiática todavía seguía haciendo de las suyas. Y lo mismo ocurría en buena parte de Asia con los mucho más primitivos *Homo erectus* (aquella especie pionera que comenzó a salir de Africa hace unos 2 millones de años). Pero no eran los únicos: a esta altura, un nuevo modelo humano estaba apareciendo en el mapa.

EL CAMINO DEL HOMO SAPIENS

Aún hoy, con la ayuda de un abundante registro fósil, precisos sistemas de datación y meticulosos estudios genéticos (que analizan muestras de ADN extraídas a distintos grupos humanos de la actualidad y las comparan con otras obtenidas de antiquísimos huesos) el origen de nuestra especie sigue siendo controvertido. Y dos grandes teorías se reparten las opiniones de la mayoría de los expertos (ver recuadro). Lo cierto es que los fósiles más antiguos que definen al Homo sapiens –de hasta 140 o 150 mil años– han sido encontrados en la mitad oriental de Africa, desde Sudáfrica hasta Etiopía y Marruecos. A diferencia de los Neanderthal, el moderno diseño de los Sapiens era más “liviano”: cuerpos más altos y delgados, miembros largos y finos, cráneos redondeados, narices no tan gruesas, y arcos superciliares mucho menos prominentes. ¿Y el cerebro? Igual, e incluso ligeramente más chico que el de los Neanderthal.

Todo indica que los Sapiens iniciaron su marcha desde Africa hacia el resto del mundo hace alrededor de 100 mil años, probablemente impulsados por razones climáticas y demográficas. Y su primera estación fue la zona de Cercano Oriente. Era parte del reino de los Neanderthal. En algún momento, difícil de precisar, debe haber habido un primer encuentro, casual, pero tremendamente impactante para ambos grupos. Nuevos seres a la vista. De lejos, las dos especies más inteligentes que hayan habitado este planeta se miraban por primera vez.

LAS CUEVAS DE ISRAEL

Es muy difícil saber qué pasó a partir de esta bisagra, crucial en la gran historia humana. Lo cierto es que distintas pistas indican que el encuentro debió haber ocurrido forzosamente. E incluso hace poco se conocieron los resultados de una investigación que sugieren idas, venidas y etapas sucesivas de dominio regional por parte de unos y otros. El trabajo, a cargo de un equipo liderado por el arqueólogo Ofer Bar-Yosef (Universidad de Harvard) y su colega John Shea (Universidad del Estado de Nueva York) se centra en dos reveladores puntos de Israel: las cuevas de Skhul y de Kafzeh. Investigaciones previas habían revelado que ambos lugares habían sido habitados durante los últimos 130 mil años. Pero Bar-Yosef y Shea descubrieron algo aún más interesante: las cuevas habrían cambiado de dueño varias veces, alternando moradores Neanderthal y Homo sapiens durante períodos de miles y miles de años. Los fósiles hablan por sí mismos: en las capas superiores de las cuevas –por lo tanto, las más recientes– se encontraron restos óseos de los Sapiens. Más abajo, en un estrato de hace 47 a 65 mil años, había sólo fósiles Neanderthal. Por debajo de ella, otra capa que corresponde a un período que va de hace 80 a 130 mil años, contiene, nuevamente, huesos de humanos modernos. Finalmente, en la última capa –de más de 130 mil años de antigüedad– vuelven a aparecer los Neanderthal.

A la luz de estos hallazgos, Bar-Yosef y Shea creen que, efectivamente, las cuevas de Skhul y Kafseh (y buena parte del territorio que las rodea) delatan una alternancia en la ocupación de la zona. Por otra parte, el hallazgo demostraría que nuestra especie no pudo asentarse de una vez y para siempre en esos sitios, sino que hubo una “recuperación” transitoria (si acaso vale el término para un intervalo de unos 20 mil años) por parte del Hombre de Neanderthal. Episodios semejantes bien pudieron haber sido moneda corriente en otros puntos de Cercano Oriente y Europa, a medida que el Homo sapiens fue desparramándose.

UN “JUEGO” COMPLICADO

Al igual que otros expertos, Bar-Yosef y Shea no creen que la tecnología o la inteligencia hayan determinado la suerte final de unos y otros. Más bien esos eran aspectos en los que casi no había diferencias. Y si defuerza bruta se trata, en ese caso los musculosos Neanderthal llevaban la delantera. ¿Entonces qué fue lo que pasó? Durante el encuentro anual de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, celebrado hace unos meses en Boston, Bar-Yosef dio su particular punto de vista: “La batalla entre ambas especies fue como un largo partido de fútbol: los Neanderthal jugaron muy bien, sólo que perdieron el partido”. El juego, dijo el arqueólogo, consistió en varios cambios de posición en el campo a lo largo de miles de años, durante los cuales los dos grupos se alternaron la propiedad, en principio, de lo que hoy es Cercano Oriente. Y luego, de Europa.

Cómo se resolvió “el juego” y la suerte final de la especie perdedora es un misterio. No pueden descartarse la competencia por los recursos naturales. Ni tampoco algunos enfrentamientos sangrientos; ambos grupos usaban armas y, al menos en el caso de los Neanderthal, según reveló una investigación realizada por el arqueólogo suizo Christoph Zollikofer recientemente publicada en el revista *New Scientist*, a veces las usaban contra sus pares. O cuestiones climáticas: “Las poblaciones Neanderthal pueden haber sido llevadas al sur por los rápidos cambios climáticos (frío intenso) que comenzaron a darse hace 75 mil años”, dice Bar-Yosef. Lo indudable, al menos eso es lo que cuenta el registro fósil (que presenta restos cada vez más cercanos en el tiempo a medida que se avanza hacia el oeste europeo), es que los Sapiens avanzaron sobre Europa mientras que los Neanderthal fueron retrocediendo más o menos a la par hacia el extremo occidental del continente. Pero también existe otra variante: a lo mejor, y en algunos casos, hubo cruzas.

HIBRIDOS, DUDAS E IMPLICANCIAS

Esta es la inquietante historia que parece contar el “niño híbrido”: a fines de 1998, el paleoantropólogo Eric Trinkaus y su equipo encontraron un pequeño esqueleto humano incrustado en una formación conocida como Lagar Velho, en el Valle Lapedo, Portugal. Los análisis posteriores determinaron que los restos tenían una antigüedad de 27 mil años (una fecha que coincide con la desaparición final de los Neanderthal) y que corresponderían a un niño de 3 o 4 años. Lo notable del caso es que sus rasgos eran mixtos: sus miembros eran medianamente cortos, al estilo Neanderthal, pero su cráneo combinaba rasgos de esta especie con otros del tipo Sapiens. En definitiva: según Trinkaus (y otros expertos que examinaron el fósil), el niño representa la mezcla genética de poblaciones Neanderthal y de Homo sapiens. Cruzas, con todas las letras.

El notable hallazgo ha sido citado como una de las más fuertes evidencias de hibridación entre estas dos líneas humanas tradicionalmente separadas. Y ayudaría a explicar, al menos en parte, y mediante una lenta “asimilación”, la desaparición final de los Neanderthal. De todos modos, hace falta encontrar más pistas similares, porque las implicancias de esta arriesgada hipótesis son impresionantes: en sintonía con algunos estudios genéticos (como el realizado por el genetista norteamericano Alan Templeton, de la Universidad de Washington) y con la teoría multirregionalista, la eventual cruza entre Sapiens y Neanderthal pondría en duda la clásica separación en dos especies netamente diferenciadas. Y, a la vez, dispara otra alternativa fascinante: quizás, sólo quizás, aquellos misteriosos humanos que desafiaron la última “Edad de Hielo” en Europa no desaparecieron completamente. Tal vez, algunos de sus genes, ahora mismo, están en nosotros.

LAS DOS TEORIAS SOBRE EL ORIGEN DEL HOMO SAPIENS

¿Cuál es el origen de nuestra especie? Hoy en día se manejan dos teorías principales: la de “continuidad regional” y la del “origen único africano” (también conocida como *Out of Africa*). La primera plantea el siguiente escenario: el *Homo sapiens* habría aparecido en varios lugares a la vez, como resultado y ramificación de la larga evolución del *Homo erectus* y sus parientes, a lo largo de 1,5 a 2 millones de años. Durante todo ese tiempo, distintas poblaciones entrelazadas habrían evolucionado en Asia, Africa y Europa, adaptándose a las distintas condiciones regionales. La idea concuerda con algunas evidencias, pero choca con otras: los fósiles de los últimos cientos de miles de años no muestran una lenta transición hacia el Homo sapiens en todos esos lugares. En cambio, parece haber “saltos”, reemplazos bastante recientes de especies primitivas por el Homo sapiens. En el marco de esta teoría, el Hombre de Neanderthal no sería mas que una variante regional de los Sapiens.

La teoría del origen único africano dice que nuestra especie se originó puntualmente en aquel continente y que luego se desparramó al mundo, reemplazando a otras poblaciones arcaicas (Homo erectus y Neanderthal). Y se apoya en el hecho de que los fósiles más antiguos con rasgos muy similares a los nuestros aparecieron en Africa. En excavaciones realizadas en Sudáfrica, Etiopía y Marruecos se encontraron restos humanos “muy modernos” (por su aspecto) de más de 100 mil años de antigüedad. Esa sería la fecha de nacimiento aproximada de la primigenia población de Homo sapiens, pero la “nacionalidad” puntual de la especie aún se desconoce. Toda la humanidad descendería de ese grupo, que de a poco se fue desparramando hacia Medio Oriente, Asia y Europa. Y finalmente, hace unos 20 mil años, hasta América.

NOVEDADES EN CIENCIA

UN TREN QUE FLOTA

NewScientist

Se llama Transrapid 08, y en muy poco tiempo se convertirá en el tren de pasajeros más veloz del mundo. La nueva joya ferroviaria es una creación alemana, aunque funcionará en China, donde una empresa local ha construido su sofisticada vía. Todo comenzó en noviembre de 1999, cuando la compañía Transrapid firmó un acuerdo con el Ministerio de Ciencia y Tecnología de China: la idea era construir un tren de levitación magnética para unir, en principio, los treinta kilómetros que separan al Aeropuerto Internacional de Pudong con la ciudad de Shanghai. La tarea comenzó unos meses más tarde, con un costo de 1570 millones de dólares. Y ya falta muy poco para su estreno oficial: el próximo 1º de enero, este tren futurista realizará su primer paseo... Lo sorprendente del caso es que sólo tardará unos pocos minutos para recorrer esos treinta kilómetros. Claro, lo que ocurre es que su velocidad máxima es de 500 km/hora, aunque cuando lleve pasajeros no irá tan rápido (su velocidad crucero rondaría los 300 km/hora).

El secreto (y lo que justifica que la noticia esté en un suplemento de ciencias) de esta formidable máquina es que no utiliza ruedas y vías convencionales, sino que flota –literalmente– sobre un único riel, gracias a un complejo sistema de imanes. No hay roce, y avanza gracias a la manipulación de campos magnéticos. Si le tienta la idea de viajar en el súper tren, primero tendrá que viajar a China, y luego pagar un boleto que costará 6,25 dólares. Nada barato teniendo en cuenta el corto trayecto, pero, si la cosa funciona, la idea es extender su recorrido a otras ciudades chinas mucho más distantes por el mismo precio.

LA RIQUEZA EN EL ANTIGUO EGIPTO

nature

Tal como lo sospechaban muchos historiadores, parece que la distribución de la riqueza en el antiguo Egipto era sumamente desigual. Al menos, eso es lo que indica un estudio sobre el “mercado de viviendas” del siglo XIV antes de Cristo realizado por un investigador y matemático egipcio. Tal como cuenta la revista *Nature*, el trabajo de A. Y. Abul-Magd (de la Universidad de Zagazig) se basó en el estudio de las ruinas de la ciudad de Akhetaten, descubierta por un grupo de arqueólogos británicos a fines del siglo XIX.

Abul-Magd observó que en aquella ciudad –fundada hace unos 3500 años– casi todas las casas tenían una superficie de alrededor de sesenta metros cuadrados. Pero había un par que eran seis o siete veces más grandes. “El tamaño de una vivienda es un buen indicador de la riqueza de su dueño –dice el científico–, especialmente en una sociedad que no manejaba dinero, como la egipcia.” Por lo tanto, y basándose en este ejemplo, Abul-Magd deduce que la distribución de la riqueza estuvo extremadamente polarizada en el antiguo Egipto: la mayoría de los egipcios vivió en la pobreza, y sólo unos pocos monjes y reyes disfrutaron del lujo. Según él, “Akhetaten nos ofrece una instantánea perfecta de cómo se repartía la riqueza, porque era relativamente grande, y además duró muy poco –apenas veinte o treinta años– por lo que no sufrió cambios provocados por generaciones sucesivas”. Afortunadamente, en Argentina esas cosas no suceden...

LA TIERRA EN LA BALANZA

nature

Así como hay mapas de islas y países, hay mapas de gravedad. Más precisamente del campo gravitatorio terrestre. Es el caso del proyecto germano-estadounidense Grace (Recuperación de Gravedad y Experimento Climático, en sus siglas en inglés), que ha logrado hasta ahora la más precisa medición satelital del aumento en el nivel del agua de los océanos así como de la fuerza del campo gravitacional (que varía de lugar en lugar debido al tipo de cuerpos que se encuentran sobre la Tierra).

El proyecto, llevado a cabo por el Centro Aeroespacial Alemán y la NASA, está compuesto por dos pequeños satélites de 500 kilos (del tamaño de un automóvil, cada uno) que giran en órbita 16 veces al día separados por 220 kilómetros y unidos por sensores que miden la distancia entre ellos. Cuando, en su viaje alrededor del planeta, los satélites detectan un cuerpo en la superficie (ya sea sobre o debajo del mar) con su respectivo campo gravitacional, se altera apenas un poco su órbita. Esas minúsculas variaciones captadas por los sensores corresponden a las distintas medidas de gravedad en la Tierra.

Otra peculiaridad de este notable experimento es que permite realizar mapas gravitacionales de lugares que hasta ahora no han podido ser medidos con extrema precisión como el Himalaya, la selva amazónica y los polos.

Los dos satélites, que fueron lanzados en marzo de este año desde el cosmódromo de Plestek, en el norte de Moscú, permitirán confeccionar mapas mensuales de gravedad mil veces más precisos que los actuales.

Y como si esto fuese poco, los satélites, bautizados Tom y Jerry, tienen la habilidad de medir los cambios de gravedad producidos por el movimiento del agua y captar cambios de temperatura, salinidad y nivel del agua de los mares. Datos que les vienen más que bien a oceanógrafos y a climatólogos.



OPIEDAD DE LAS CUEVAS.

a en dos reveladores puntos de Israel: las cue-
s de Skhul y de Kafzeh. Investigaciones pre-
as habían revelado que ambos lugares habían
do habitados durante los últimos 130 mil años.
ero Bar-Yosef y Shea descubrieron algo aún
ás interesante: las cuevas habrían cambiado de
ueño varias veces, alternando moradores Ne-
nderthal y Homo sapiens durante períodos de
iles y miles de años. Los fósiles hablan por sí
ismos: en las capas superiores de las cuevas
por lo tanto, las más recientes– se encontraron
stos óseos de los Sapiens. Más abajo, en un es-
ato de hace 47 a 65 mil años, había sólo fósi-
s Neanderthal. Por debajo de ella, otra capa
ue corresponde a un período que va de hace
) a 130 mil años, contiene, nuevamente, hue-
s de humanos modernos. Finalmente, en la
tima capa –de más de 130 mil años de an-
güedad– vuelven a aparecer los Neanderthal.
A la luz de estos hallazgos, Bar-Yosef y Shea
een que, efectivamente, las cuevas de Skhul y
afseh (y buena parte del territorio que las ro-
a) delatan una alternancia en la ocupación de
zona. Por otra parte, el hallazgo demostraría
ue nuestra especie no pudo asentarse de una
z y para siempre en esos sitios, sino que hu-
o una "recuperación" transitoria (si acaso vale
término para un intervalo de unos 20 mil
ños) por parte del Hombre de Neanderthal.
pisodios semejantes bien pudieron haber sido
oneda corriente en otros puntos de Cercano
riente y Europa, a medida que el Homo sa-

piens fue desparramándose.

UN "JUEGO" COMPLICADO

Al igual que otros expertos, Bar-Yosef y Shea no creen que la tecnología o la inteligencia hayan determinado la suerte final de unos y otros. Más bien esos eran aspectos en los que casi no había diferencias. Y si defuerza bruta se trata, en ese caso los musculosos Neanderthal llevaban la delantera. ¿Entonces qué fue lo que pasó? Durante el encuentro anual de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, celebrado hace unos meses en Boston, Bar-Yosef dio su particular punto de vista: "La batalla entre ambas especies fue como un largo partido de fútbol: los Neanderthal jugaron muy bien, sólo que perdieron el partido". El juego, dijo el arqueólogo, consistió en varios cambios de posición en el campo a lo largo de miles de años, durante los cuales los dos grupos se alternaron la propiedad, en principio, de lo que hoy es Cercano Oriente. Y luego, de Europa.

Cómo se resolvió "el juego" y la suerte final de la especie perdedora es un misterio. No pueden descartarse la competencia por los recursos naturales. Ni tampoco algunos enfrentamientos sangrientos; ambos grupos usaban armas y, al menos en el caso de los Neanderthal, según reveló una investigación realizada por el arqueólogo suizo Christoph Zollikofer recientemente publicada en el revista *New Scientist*, a veces las usaban contra sus pares. O cuestiones climáticas: "Las poblaciones Neanderthal pueden haber sido llevadas al sur por los rápidos cambios climáticos (frío intenso) que comenzaron a darse hace 75 mil años", dice Bar-Yosef. Lo indudable, al menos eso es lo que cuenta el registro fósil (que presenta restos cada vez más cercanos en el tiempo a medida que se avanza hacia el oeste europeo), es que los Sapiens avanzaron sobre Europa mientras que los Neanderthal fueron retrocediendo más o menos a la par hacia el extremo occidental del continente. Pero también existe otra variante: a lo mejor, y en algunos casos, hubo cruzas.

HIBRIDOS, DUDAS E IMPLICANCIAS

Esta es la inquietante historia que parece contar el "niño híbrido": a fines de 1998, el paleoantropólogo Eric Trinkaus y su equipo encontraron un pequeño esqueleto humano incrustado en una formación conocida como Lagar Velho, en el Valle Lapedo, Portugal. Los análisis posteriores determinaron que los restos tenían una antigüedad de 27 mil años (una fecha que coincide con la desaparición final de los Neanderthal) y que corresponderían a un niño de 3 o 4 años. Lo notable del caso es que sus rasgos eran mixtos: sus miembros eran medianamente cortos, al estilo Neanderthal, pero su cráneo combinaba rasgos de esta especie con otros del tipo Sapiens. En definitiva: según Trinkaus (y otros expertos que examinaron el fósil), el niño representa la mezcla genética de poblaciones Neanderthal y de Homo sapiens. Cruzas, con todas las letras.

El notable hallazgo ha sido citado como una de las más fuertes evidencias de hibridación entre estas dos líneas humanas tradicionalmente separadas. Y ayudaría a explicar, al menos en parte, y mediante una lenta "asimilación", la desaparición final de los Neanderthal. De todos modos, hace falta encontrar más pistas similares, porque las implicancias de esta arriesgada hipótesis son impresionantes: en sintonía con algunos estudios genéticos (como el realizado por el genetista norteamericano Alan Templeton, de la Universidad de Washington) y con la teoría multirregionalista, la eventual cruza entre Sapiens y Neanderthal pondría en duda la clásica separación en dos especies netamente diferenciadas. Y, a la vez, dispara otra alternativa fascinante: quizás, sólo quizás, aquellos misteriosos humanos que desafiaron la última "Edad de Hielo" en Europa no desaparecieron completamente. Tal vez, algunos de sus genes, ahora mismo, están en nosotros.

N DEL HOMO SAPIENS

nderthal no sería mas que una variante re-
onal de los Sapiens.
La teoría del origen único africano dice
ue nuestra especie se originó puntualmen-
en aquel continente y que luego se des-
arramó al mundo, reemplazando a otras
oblaciones arcaicas (Homo erectus y Ne-
nderthal). Y se apoya en el hecho de que
s fósiles más antiguos con rasgos muy si-
ilares a los nuestros aparecieron en Africa.
n excavaciones realizadas en Sudáfrica,
tiopía y Marruecos se encontraron restos
umanos "muy modernos" (por su aspecto)
e más de 100 mil años de antigüedad. Esa
ería la fecha de nacimiento aproximada de
primigenia población de Homo sapiens,
ero la "nacionalidad" puntual de la espe-
e aún se desconoce. Toda la humanidad
escendería de ese grupo, que de a poco se
ue desparramando hacia Medio Oriente,
sia y Europa. Y finalmente, hace unos 20
il años, hasta América.

NOVEDADES EN CIENCIA

UN TREN QUE FLOTA

NewScientist Se llama Transrapid 08, y en muy poco tiempo se convertirá en el tren de pasajeros más veloz del mundo. La nueva joya ferroviaria es una creación alemana, aunque funcionará en China, donde una empresa local ha construido su sofisticada vía. Todo comenzó en noviembre de 1999, cuando la compañía Transrapid firmó un acuerdo con el Ministerio de Ciencia y Tecnología de China: la idea era construir un tren de levitación magnética para unir, en principio, los treinta kilómetros que separan al Aeropuerto Internacional de Pudong con la ciudad de Shanghai. La tarea comenzó unos meses más tarde, con un costo de 1570 millones de dólares. Y ya falta muy poco para su estreno oficial: el próximo 1º de enero, este tren futurista realizará su primer paseo... Lo sorprendente del caso es que sólo tardará unos pocos minutos para recorrer esos treinta kilómetros. Claro, lo que ocurre es que su velocidad máxima es de 500 km/hora, aunque cuando lleve pasajeros no irá tan rápido (su velocidad crucero rondaría los 300 km/hora).



El secreto (y lo que justifica que la noticia esté en un suplemento de ciencias) de esta formidable máquina es que no utiliza ruedas y vías convencionales, sino que flota –literalmente– sobre un único riel, gracias a un complejo sistema de imanes. No hay roce, y avanza gracias a la manipulación de campos magnéticos. Si le tienta la idea de viajar en el súper tren, primero tendrá que viajar a China, y luego pagar un boleto que costará 6,25 dólares. Nada barato teniendo en cuenta el corto trayecto, pero, si la cosa funciona, la idea es extender su recorrido a otras ciudades chinas mucho más distantes por el mismo precio.

LA RIQUEZA EN EL ANTIGUO EGIPTO

nature Tal como lo sospechaban muchos historiadores, parece que la distribución de la riqueza en el antiguo Egipto era sumamente desigual. Al menos, eso es lo que indica un estudio sobre el "mercado de viviendas" del siglo XIV antes de Cristo realizado por un investigador y matemático egipcio. Tal como cuenta la revista *Nature*, el trabajo de A. Y. Abul-Magd (de la Universidad de Zagazig) se basó en el estudio de las ruinas de la ciudad de Akhetaten, descubierta por un grupo de arqueólogos británicos a fines del siglo XIX.



Abul-Magd observó que en aquella ciudad –fundada hace unos 3500 años– casi todas las casas tenían una superficie de alrededor de sesenta metros cuadrados. Pero había un par que eran seis o siete veces más grandes. "El tamaño de una vivienda es un buen indicador de la riqueza de su dueño –dice el científico–, especialmente en una sociedad que no manejaba dinero, como la egipcia." Por lo tanto, y basándose en este ejemplo, Abul-Magd deduce que la distribución de la riqueza estuvo extremadamente polarizada en el antiguo Egipto: la mayoría de los egipcios vivió en la pobreza, y sólo unos pocos monjes y reyes disfrutaron del lujo. Según él, "Akhetaten nos ofrece una instantánea perfecta de cómo se repartía la riqueza, porque era relativamente grande, y además duró muy poco –apenas veinte o treinta años– por lo que no sufrió cambios provocados por generaciones sucesivas". Afortunadamente, en Argentina esas cosas no suceden...

LA TIERRA EN LA BALANZA

nature Así como hay mapas de islas y países, hay mapas de gravedad. Más precisamente del campo gravitatorio terrestre. Es el caso del proyecto germano-estadounidense Grace (Recuperación de Gravedad y Experimento Climático, en sus siglas en inglés), que ha logrado hasta ahora la más precisa medición satelital del aumento en el nivel del agua de los océanos así como de la fuerza del campo gravitacional (que varía de lugar en lugar debido al tipo de cuerpos que se encuentran sobre la Tierra).

El proyecto, llevado a cabo por el Centro Aeroespacial Alemán y la NASA, está compuesto por dos pequeños satélites de 500 kilos (del tamaño de un automóvil, cada uno) que giran en órbita 16 veces al día separados por 220 kilómetros y unidos por sensores que miden la distancia entre ellos. Cuando, en su viaje alrededor del planeta, los satélites detectan un cuerpo en la superficie (ya sea sobre o debajo del mar) con su respectivo campo gravitacional, se altera apenas un poco su órbita. Esas minúsculas variaciones captadas por los sensores corresponden a las distintas medidas de gravedad en la Tierra.

Otra peculiaridad de este notable experimento es que permite realizar mapas gravitacionales de lugares que hasta ahora no han podido ser medidos con extrema precisión como el Himalaya, la selva amazónica y los polos.

Los dos satélites, que fueron lanzados en marzo de este año desde el cosmódromo de Plestek, en el norte de Moscú, permitirán confeccionar mapas mensuales de gravedad mil veces más precisos que los actuales.

Y como si esto fuese poco, los satélites, bautizados Tom y Jerry, tienen la habilidad de medir los cambios de gravedad producidos por el movimiento del agua y captar cambios de temperatura, salinidad y nivel del agua de los mares. Datos que les vienen más que bien a oceanógrafos y a climatólogos.

NAUTILUS
Revista de ciencia para chicos
Año 2 Nº 3
C. C. Ricardo Rojas y Eudeba, 24 págs.



Comparar a la ciencia con el inhábil Coyote de los dibujitos animados es un riesgo (y no sólo por la existencia de demasiados postulantes a Correcaminos...). La cuestión es que la revista *Nautilus* corre ese riesgo y sale airosa: "La ciencia, en algunos aspectos, se parece al admirable Coyote. En el intento de explicar los fenómenos del universo se debe apostar por la creatividad y por el trabajo, a veces apasionante, a veces tedioso; en el laboratorio, en la biblioteca, en otro planeta, en el observatorio, o en los más extraños parajes de nuestra Tierra". En todo caso, el intento de analogía valió la pena, sobre todo si se piensa a la ciencia como algo siempre provisorio; la ciencia como un Coyote que jamás podrá alcanzar a su esquivo, e irritante, rival.

Más sentido cobra la comparación cuando se pasa del Coyote norteamericano al médico vienés Ignaz Semmelweis, un científico que no pudo (tanto como hubiera querido) imponer su idea de desinfectar las manos de los médicos. Sucede que a Semmelweis se le había ocurrido la genialidad de unir causalmente hechos cuya relación ahora puede parecer obvia: cuando se realizaban autopsias y partos sin que los médicos siquiera se lavaran las manos, las muertes eran muchas más. Hacía falta un notable nivel de abstracción para desentrañar el problema, y audacia para pensar lo impensado e innovar (de alguna manera, como sucede con las absurdas triquiñuelas del Coyote, que no dejan de ser artilugios tecnológicos).

Nautilus también logra que sucedan cosas que, por ejemplo, en Palermo no se consiguen, como que Humboldt y Bonpland se crucen. En este caso, en la sección Exploradores del conocimiento: el francés Aimé Bonpland le siguió la corriente a Humboldt y juntos anduvieron haciendo investigaciones por América del Sur (especialmente importante es el recorrido que hicieron del río Orinoco).

También en este número de la revista: un recorrido por la Biblioteca de Alejandría, destruida en varias oportunidades. En resumen: *Nautilus* es una buena manera de iniciarse en el interés por la ciencia; sólo cabría reclamarle un poco más de continuidad en su salida.

Martín De Ambrosio

AGENDA CIENTIFICA

DESERTIFICACION

El martes 17 de diciembre, de 9 a 17, se realizará una jornada titulada "Desertificación: indicadores generales con énfasis en la Percepción Remota", organizada por el Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA). Entre los disertantes se encuentran el doctor Vitor Celso de Carvalho (INPE-Brasil) y Francisco D. Maldonado (UNSJ-Argentina). Será en el segundo piso del Pabellón 2 de Ciudad Universitaria. Informes e inscripción: 45763356/3364, velasco@at.fcen.uba.ar

MENSAJES A FUTURO
futuro@pagina12.com.ar

MATEMATICA: LA MANERA MAS EFICIENTE DE ATARSE LOS ZAPATOS

Una cuestión de nudos

POR FEDERICO KUKSO

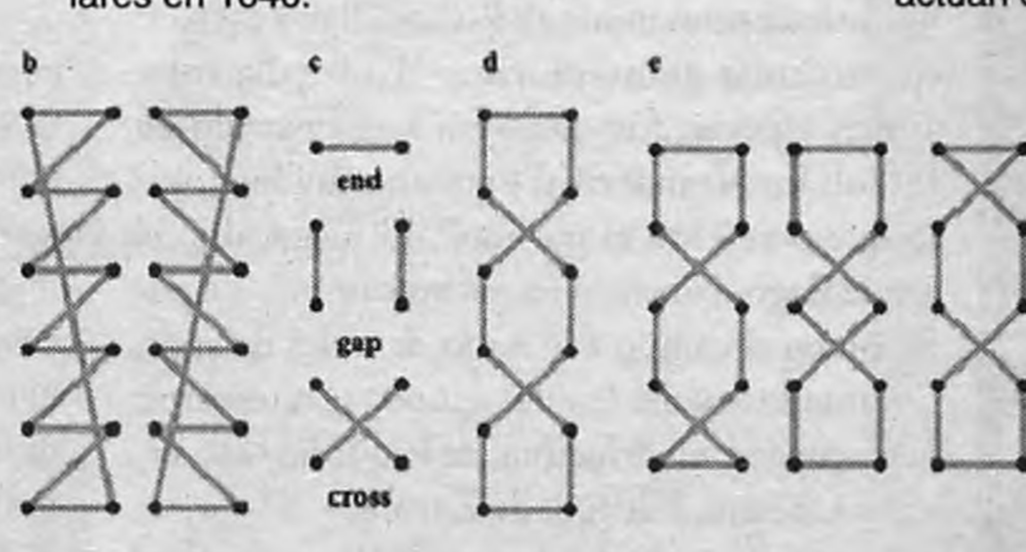
A veces, las más complejas investigaciones matemáticas se centran en las más simples de las cuestiones. Simples, en apariencia. Y si no, que le pregunten al matemático australiano Burkard Polster, de la Universidad de Monash (Australia), que, para encontrar un enigma a resolver, no tuvo que ver más allá de sus zapatos: el curioso científico reveló matemáticamente la mejor manera de atarse el calzado con mayor fuerza y la menor extensión de cordón posible. Un trabajo que los malignos jurados del Ig Nobel (ver **Futuro** 16/11) podrían llegar a considerar.

"El problema puede parecer simple, pero no lo es en absoluto", afirmó Polster a **Futuro**. "Sólo para dar una idea de su complejidad, con 6 pares de agujeros hay 43.200 maneras diferentes de atar un zapato; con 7, 400 millones".

Lo primero que hizo el matemático australiano fue identificar las variables: número de agujeros del zapato (2n), la distancia entre ellos (h) y la longitud del cordón (k). Y luego las combinó en una ecuación matemática. El resultado: las hasta ahora más populares maneras de atarse los zapatos, en forma cruzada y la invertida (con un cordón de un extremo al otro), son las más fuertes. Pero, según Polster, ninguna de las dos son totalmente eficientes. En cambio, la que sí lo sería, al menos matemáticamente, es la poco conocida *bow-tie* (nudo en forma de moño o nudo mariposa, ver imagen) que tiene la peculiaridad de utilizar mucho menos cordón que las otras. Consiste en pasar el cordón por los agujeros de una misma columna para luego cruzarlos con los ojales opuestos.

UNA HISTORIA ENLAZADA

Según cuentan los historiadores, los cordones no son precisamente algo muy nuevo: hay murales en el palacio de Nínive (del 650 a.C.) que muestran a un rey asirio con sandalias amarradas con elaborados nudos. En la era moderna, los primeros zapatos con cordones en vez de hebillas fueron los famosos "oxfords", llamados así luego de que un grupo de estudiantes de la Universidad de Oxford (Inglaterra) los hiciese populares en 1640.



$$\frac{(n!)^2}{2}\sum_{k=0}^{m}\frac{1}{n-k}\binom{n-k}{k}^2$$

DIFERENTES FORMAS DE ATARSE LOS ZAPATOS (EL NUDO MARIPOSA A LA DERECHA).
ABAJO, LA FORMULA, NADA TERRIBLE.

Durante la Revolución Francesa, en 1789, las tradicionales hebillas eran consideradas "aristocráticas" mientras que los cordones, "democráticos". Aun así, esta nueva tendencia en el calzado tuvo su lado negativo. Su masiva introducción en el Reino Unido, por ejemplo, produjo más de 20 mil despidos en Birmingham, principal centro de la industria de las hebillas. Del otro lado del Atlántico, Thomas Jefferson, el tercer presidente de Estados Unidos (1801-1809) fue una de las primeras figuras políticas prominentes en usar zapatos con cordones.

ECUACIONES Y POLEAS

Para llegar a estos notables resultados, publicados nada menos que en la revista *Nature*, Polster usó métodos matemáticos de optimización combinatoria en un zapato imaginario cuyos agujeros están perfectamente alineados y en un mismo plano. También ignoró ciertas propiedades físicas como la fricción ejercida por el cordón en el ojal y los materiales utilizados en su confección.

Luego, para determinar las formas más fuertes de atarse los zapatos, Polster consideró que los cordones, una vez estirados, actúan como un sistema de poleas en los que las columnas de los agujeros se atraen y mantienen firme al pie, generando una tensión a lo largo del cordón. La fuerza del sistema de atado depende de la distancia entre ambas columnas. Cuando los ojales están relativamente separados pero el espacio entre ambas columnas es corto, la forma cruzada es la más fuerte. No pasa lo mismo si la distancia horizontal que separa a las columnas es mayor. En ese caso, la forma invertida es la ideal.

En realidad, este divertimento matemático, no casualmente, limita con la optimización combinatoria, en la que se abordan problemas en apariencia triviales, pero de solución complejísima, como el "problema del viajante de comercio", o el "problema del visitante del museo".

"Para mí todo esto fue sólo un problema para pensar en mi tiempo libre", explicó Polster, nuevamente, a **Futuro**. "Sin duda, para relajarme de la matemática *seria*, nada mejor que matemática *divertida*." Parece que el tiempo de diversión del científico australiano aún no termina. Su próximo proyecto de investigación lo demuestra: la matemática del origami.

FINAL DE JUEGO / CORREO DE LECTORES:

Donde se plantea un problema nogalístico y no se examina adecuadamente el enigma automovilístico

POR LEONARDO MOLEDO

–¿Nogalístico? ¿Qué quiere decir nogalístico? –preguntó Kuhn.

–Es lo más ajustado que se me ocurre para decir "referido a las nueces" –dijo el Comisario Inspector–. Nogada es una salsa en base a las nueces, noguedal es un conjunto de nogales. Nocisítico no me sonaba.

–Nogalístico, gnogalístico, gnoseonogalístico –aventuró Kuhn–. En fin, parece que hubo algún problemita con el enigma del sábado pasado.

–Sí –dijo el Comisario Inspector–. Tengo que reverlo.

–No tenemos espacio suficiente –dijo Kuhn–.

–Será el sábado que viene –dijo el Comisario Inspector–. Hoy pensaba poner un enigma probabilístico, pero hubo ciertas quejas de nuestros lectores sobre la dificultad creciente de los enigmas. Julián Melone, uno de nuestros amigos más antiguos, así me lo hizo saber.

–Bueno –dijo Kuhn–, tal vez tenga razón.

–¿Qué es la dificultad? –dijo el Comisario Inspector–. La dificultad no existe en el mundo, la dificultad es sólo un estado mental.

–Bueno –dijo Kuhn– o un concepto, o una descripción, o una metáfora.

–Imposible –dijo el Comisario Inspector–. Porque la policía, que regula el flujo de los conceptos y las metáforas de la cultura, no conoce la dificultad. El núcleo policial de la existencia y el mundo es enigmáticamente simple. Esta es una convicción compartida con los científicos, y es la razón por la cual científicos y policías siempre se entendieron maravillosamente bien.

–En cuanto a la simplicidad, sí –dijo Kuhn–. La mentalidad policial es asombrosamente simple.

–Como el mundo –dijo el Comisario Inspector–. Pero ya que me lo sugieren, propondré un enigma que admite el predicado "simple". Yo no sé qué dirán mis amigos del Círculo de Viena sobre la forma en que los predicados de la lógica proposicional...

–No, no –interrumpió Kuhn–. Por favor. Nada del Círculo de Viena, que no es precisamente un canto a la simplicidad. Vamos directamente al enigma.

–Bueno –dijo el Comisario Inspector, maliciosamente (en realidad estaba encantado, sólo encantado, porque creía haber confundido a Kuhn)–. Agassiz, Bohr, Celsius, Descartes y Engels conjeturaban sobre el número de nueces que había en un tarro.

–¿Engels? –se asombró Kuhn– ¿El de Marx y Engels? ¿No estaba muy por encima de estas cuestiones?

–Agassiz decía que 30, Bohr pensaba que 28, Celsius opinaba que 29, Descartes calculaba que 25, Descartes y Engels sostenían que 26.

–¿Y en qué idioma lo sostenían? –dijo Kuhn–. Este enigma es muy improbable.

–Dos se equivocaron en una nuez, uno se equivocó en 4 y otro en 3. Pero uno acertó. ¿Cuántas nueces había en el tarro?

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Cuántas nueces había? ¿Y en qué idioma conversaban Agassiz, Bohr, Celsius, Descartes y Engels? ¿Y comparten la opinión de Kuhn sobre los enigmas?

Correo de lectores

LAS MATEMATICAS Y EL MUNDO

Como la única descripción del mundo físico de la que disponemos es matemática, lo único que podemos decir sobre él nos lo dice la matemática. Pero, mirando la cuestión más de cerca, vemos rápidamente que en realidad la matemática no puede decirnos nada sobre el mundo físico: a lo sumo puede decirnos cosas sobre lo que nosotros sabemos (o creemos saber) del mundo físico. En efecto, la matemática puede operar solamente sobre las descripciones matemáticas que somos capaces de hacer del mundo físico, esto es, sobre las "leyes", que no son otra cosa que relaciones matemáticas que hemos ido encontrando entre las magnitudes físicas que conocemos. No es razonable, entonces, esperar que la matemática nos diga algo sobre el mundo físico mismo.

Lo que sí tenemos derecho a esperar de ella es que nos señale las consecuencias de lo que sabemos. Si estas consecuencias resultan ser plausibles o, experimentalmente verificables, habremos aumentado nuestro conocimiento sobre el mundo y ganado un poco más de confianza en el que ya teníamos. Si las consecuencias contradicen otra información de confianza, habremos aprendido que nuestro "conocimiento" no es correcto o que no es suficientemente preciso. La historia de la ciencia muestra que este único y humilde rol que puede cumplir la matemática es una herramienta extraordinariamente útil a la hora de hacer avanzar nuestro conocimiento físico.

Mariano Suárez-Alvarez
Facultad de Ciencias Exactas-UBA